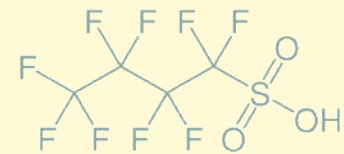
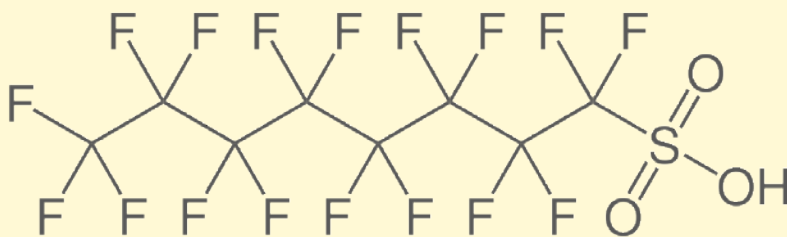


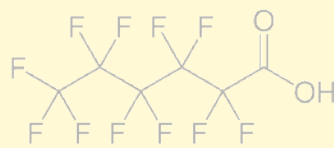
H<sub>4</sub>PFOS



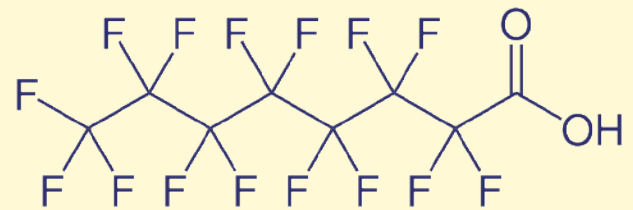
PFBS



PFOS




PFHxA



PFOA

# Per- und polyfluorierte Verbindungen im Ablauf von kommunalen Kläranlagen und Galvano- technikbetrieben in Baden-Württemberg


 Sonderuntersuchungsprogramme



Baden-Württemberg



# Per- und polyfluorierte Verbindungen im Ablauf von kommunalen Kläranlagen und Galvano- technikbetrieben in Baden-Württemberg

 Sonderuntersuchungsprogramme

**HERAUSGEBER** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg  
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, [www.lubw.de](http://www.lubw.de)

**BEARBEITUNG** Referat 41 – Fließgewässerökologie  
Sevan Tecer, Dr. Adrian Wagner

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe  
Dr. Frank Sacher, Astrid Thoma

**BEZUG** kostenfrei zum Download unter [pudi.lubw.de](http://pudi.lubw.de)

**STAND** Januar 2021

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.



<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PROBENAHMEN</b>	<b>7</b>
2.1	Untersuchungsumfang	7
2.2	Probenahme kommunale Kläranlagen	8
2.3	Probenahme Galvanikbetriebe	8
2.4	Probentransport	8
<b>3</b>	<b>ANALYTISCHE BESTIMMUNG DER PER- UND POLYFLUORIERTEN VERBINDUNGEN</b>	<b>9</b>
3.1	Analytik der PFAS	9
3.2	Verfahrensparameter	9
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>11</b>
4.1	Untersuchung der Galvanikabwässer	11
4.2	Untersuchung der kommunalen Abwässer	12
<b>5</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE</b>	<b>15</b>
5.1	Galvanikabwässer	15
5.2	Kommunale Abwässer	16
<b>6</b>	<b>ANHANG</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>37</b>
7.1	Abbildungen	37
7.2	Tabellen	37

# 1 Einleitung

Für Perfluorooctansulfonate (PFOS) wurden in der EU-Richtlinie 2013/39/EU Umweltqualitätsnormen (UQN) in Gewässern festgelegt, deren Einhaltung im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung nach WRRL sicher zu stellen ist und die seit Dezember 2018 anzuwenden sind. Weiterhin ist gemäß § 4 Abs. 2 Oberflächengewässerverordnung die Erstellung einer Bestandsaufnahme im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung nach WRRL erforderlich. Als Grundlage zur Erfüllung dieser Anforderungen sollten Informationen zusammengestellt werden, welche Betriebe den Stoff noch einsetzen und in welchen Mengen. Da das Inverkehrbringen von PFOS inzwischen stark eingeschränkt ist, werden in Galvaniken häufig andere per- und polyfluorierte Chemikalien als Ersatzstoffe eingesetzt. Diese Stoffe sind bislang noch nicht geregelt, werden aber aufgrund ihrer hohen Stabilität zunehmend in den Gewässern nachgewiesen. Unter dem Gesichtspunkt der Vorsorge wurden daher andere per- und polyfluorierte Stoffe in die Betrachtung mit einbezogen.

Deshalb hat das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2016 die Erstellung eines „PFOS-Registers“ als fachlich wichtiges Thema der Gewerbeaufsicht aufgelegt. Mit der Unterstützung der unteren Verwaltungsbehörden wurden bei rd. 300 Galvanikbetrieben die Betreiber mit einem einheitlichen Fragebogen zum Einsatz von per- und polyfluorierten Verbindungen (PFAS) befragt. Es war das Ziel, einen Überblick über die eingesetzten PFAS bei den Betrieben der Galvanotechnik zu gewinnen.

Um die im „PFOS-Register“ gemachten Angaben der Betreiber zu überprüfen, wurde im Anschluss durch das Regierungspräsidium Karlsruhe eine Sondermesskampagne bei ausgesuchten Galvanikbetrieben durchgeführt. Damit

sollte zum einen die Emissionssituation mit den im Register gemachten Angaben überprüft und zudem die Möglichkeit der Nutzung des AOF (Adsorbierbare organische Fluorverbindungen) als Summenparameter geprüft werden. Neben dem AOF wurden 22 PFAS-Einzelsubstanzen analysiert, um die Korrelation mit dem Summenparameter überprüfen zu können. Im Ergebnis konnte im Rahmen dieser Sondermesskampagne nur eine geringfügige Korrelation des Summenparameters AOF und der Summe der Konzentrationen der 22 PFAS-Einzelsubstanzen nachgewiesen werden. Die Einzelbefunde der 22 PFAS machten aber deutlich, dass eine landesweite Messkampagne bei ausgewählten Galvanikbetrieben sowie im Ablauf von kommunalen Kläranlagen sinnvoll erscheint.

Daher wurde für das Jahr 2017 als fachlich wichtiges Thema der Gewerbeaufsicht „Überwachung von Abwasser aus Galvaniken“ vereinbart und die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) damit beauftragt, die Koordination eines landesweiten Untersuchungsprogramms bei Galvanikbetrieben und kommunalen Kläranlagen zu übernehmen. Ziel war es, für alle als relevant eingestuft Galvanikbetriebe einheitliche und verlässliche Informationen über die PFAS-Konzentrationen im Ablauf der Anlagen zu gewinnen. Zusätzlich wurden die kommunalen Kläranlagen untersucht, in deren Einzugsgebiet die Galvanikbetriebe ihr Abwasser einleiten.

In Zusammenarbeit mit den Regierungspräsidien wurden 81 Galvanikbetriebe sowie 43 kommunale Kläranlagen identifiziert, bei denen die Untersuchungen durchgeführt wurden. Für die Analytik der 22 PFAS-Einzelsubstanzen, die Logistik für den Probentransport und die Zusammenstellung der Ergebnisse wurde das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser beauftragt.

## 2 Probenahme

Die Identifikation der Galvanikbetriebe, bei denen eine Probenahme durchgeführt werden sollte, wurde unter Zuhilfenahme des „PFOS-Registers“ vorgenommen. Der Fragenkatalog sowie die Antworten der Galvanikbetriebe können auszugsweise der Tabelle 6.5 entnommen werden. Nach der Identifikation der Galvanikbetriebe wurden in einem zweiten Schritt die kommunalen Kläranlagen identifiziert, in deren Einzugsgebiet diese relevanten Galvanikbetriebe ihr Abwasser einleiten. Bei der Identifikation der kommunalen Kläranlagen wurde festgestellt, dass 12 Kläranlagen sich darunter befinden, die zu diesem Zeitpunkt ebenfalls an dem „Sonderuntersuchungsprogramm an PRTR-berichtspflichtigen Kläranlagen“ teilnahmen. Eine Zusammenstellung dieser Anlagen kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Aus Vereinfachungsgründen wurde bei diesen 12 Kläranlagen die Analytik der letzten Probe (Messkampagne Juli 2017) um die 22 PFAS-Einzelsubstanzen erweitert. Die übrigen Kläranlagenbetreiber wurden durch ein Schreiben über die geplante Vorgehensweise informiert und um Mitwirkung gebeten. Alle an dem Sonderuntersuchungsprogramm PFAS teilnehmenden Kläranlagen sowie die Analyseergebnisse können der Tabelle 6.2 entnommen werden.

*Tabelle 2.1: Liste der 12 Kläranlagen, die ebenfalls am „Sonderuntersuchungsprogramm an PRTR-berichtspflichtigen Kläranlagen“ teilnahmen*

Kläranlage
KLA Karlsruhe-Neureut
SKA Bandlegrund
SKA Heilbronn
SKA Mergelstetten, Heidenheim
SKA AZV Heidelberg
AV Weißach-U. OB.Saalbachtal KLA
Heidelsheim
SKA Mühlhausen / S – Mühlhausen
STGT-Plieningen
Göppingen
SKA Pforzheim
GKA Baden-Baden-Sinzheim
SKA AWV Raum Offenburg



Die Probenahme bei den kommunalen Kläranlagen und den Betrieben der Galvanotechnik wurde unterschiedlich durchgeführt. Um die mittleren Verhältnisse im Ablauf von kommunalen Kläranlagen abbilden zu können, wurde entschieden, hier ebenfalls die Vorgaben der „Handlungsempfehlungen zur Probenahmestrategie und Analyseverfahren für prioritäre Stoffe in urbanen Entwässerungssystemen“ anzuwenden und Wochenmischproben herzustellen. Die Herstellung der Wochenmischproben bei den kommunalen Kläranlagen, die an dem Sonderuntersuchungsprogramm PFAS teilgenommen haben, ist unter 2.2 erläutert.

### 2.1 Untersuchungsumfang

Die Abwasserproben aus den Kläranlagen und Galvanikbetrieben wurden auf insgesamt 22 per- und polyfluorierte Verbindungen analysiert. Die untersuchten Verbindungen und die in diesem Bericht verwendeten Kurzbezeichnungen sind in Tabelle 2.2 aufgeführt.

*Tabelle 2.2: Substanzspektrum der untersuchten per- und polyfluorierten Verbindungen (PFAS)*

Substanz	Kürzel
Perfluorbutanoat	PFBA
Perfluorpentanoat	PFPA
Perfluorhexanoat	PFHxA
Perfluorheptanoat	PFHpA
Perfluoroctanoat	PFOA
Perfluornonanoat	PFNA
Perfluordecanoat	PFDA
Perfluorundecanoat	PFUnA
Perfluordodecanoat	PFDoA
Perfluorbutansulfonat	PFBS
Perfluorpentansulfonat	PFPeS
Perfluorhexansulfonat	PFHxS
Perfluorheptansulfonat	PFHpS
Perfluoroctansulfonat	PFOS
Perfluordecansulfonat	PFDS
Perfluoroctansulfonsäureamid	PFOSA
7H-Dodecafluorheptanoat	HPFHpA
2H,2H-Perfluordecanoat	H2PFDA
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecanoat	H4PFUnA
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	H4PFOS
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonat	H4PFDS
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonat	H4PFHxS



## 2.2 Probenahme kommunale Kläranlagen

Die Wochenmischproben wurden durch die Vereinigung von sieben Teilproben hergestellt, wobei jede Teilprobe aus der 24h-Tagesmischprobe am Ablaufprobenehmer der Kläranlage entnommen wurde. Dabei wurden die Betreiber gebeten, bei Trockenwetterabflüssen eine homogenisierte Teilprobe (150 mL) aus der 24h-Tagesmischprobe am Ablaufprobenehmer der Kläranlage zu entnehmen und in einem Transportgefäß (PET-Flasche) zusammen zu führen. Das Volumen der 24h-Tagesmischprobe betrug dabei mindestens sieben Liter. Das Transportgefäß wurde bis zur Abholung in einer Tiefkühltruhe bei mindestens 18 °C aufbewahrt. Die Vereinigung von sieben Teilproben ergab die Wochenmischprobe.

## 2.3 Probenahme Galvanikbetriebe

Da ein automatischer Probenehmer bei den Galvanikbetrieben i. d. R. nicht verfügbar ist, wurden die Proben hier als qualifizierte Stichprobe am Endkontrollschacht entnommen.

Die Probenahme bei den Betrieben der Galvanotechnik wurde im Rahmen der amtlichen Überwachung der Be-

triebe durchgeführt. Dabei wurde das mit der Probenahme für die amtliche Überwachung beauftragte Labor, von der zuständigen Behörde mit einer zusätzlichen Probenahme beauftragt. Die Probenahmeflaschen (PET-Flasche) wurden vom TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser zur Verfügung gestellt. In Einzelfällen wurde die Probe von der zuständigen Behörde selbst gezogen.

## 2.4 Probentransport

Der Probentransport wurde vom TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser organisiert. Sowohl die Proben der Kläranlagen als auch die Proben der Galvanikbetriebe wurden durch einen Kurierdienst zum TZW transportiert.

Für die Zusammenstellung der Wochenmischprobe standen den Kläranlagenbetreibern i. d. R. vier Wochen zur Verfügung. Nach Ablauf dieser Zeit bzw. nach Fertigstellung der Probe wurde der Kurierdienst verständigt, der am Folgetag die Probe abholte und zum TZW transportierte. Der Probentransport für die Proben der Galvanikbetriebe wurde analog durchgeführt.



# 3 Analytische Bestimmung der per- und polyfluorierten Verbindungen

## 3.1 Analytik der PFAS

Die analytische Bestimmung der insgesamt 22 per- und polyfluorierten Verbindungen in den Abwasserproben erfolgte in enger Anlehnung an die in DIN 38407-42 (DEV F 42) beschriebene Vorgehensweise. Das Verfahren beruht auf einer Festphasenanreicherung auf einem Polymermaterial mit Anionenaustauschereigenschaften und dem nachfolgenden Nachweis der Zielverbindungen mittels einer Kopplung aus Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) und Elektrospray-Tandem-Massenspektrometrie (ESI-MS/MS). Zur Korrektur von Matrixeffekten werden isotopenmarkierte interne Standards eingesetzt.

Vor der Festphasenanreicherung wurden die Abwasserproben aus den Kläranlagen im Verhältnis 1:5 mit Trinkwasser verdünnt. Die Abwässer der Galvanikbetriebe wurden im Verhältnis 1:10 verdünnt. Falls von einigen PFAS Konzentrationen gemessen wurden, die über dem Kalibrierbereich des Verfahrens lagen, wurden die Proben zusätzlich in einer höheren Verdünnung analysiert.

Für die Bestimmung der PFAS wurden zu 50 mL der verdünnten Abwasserprobe 100 µL einer methanolischen Lösung einer Mischung aus <sup>13</sup>C-markierten internen Standards (Konzentration jeweils 0,1 µg/L) gegeben. Die Anreicherung der Proben erfolgte an einem schwach basischen Anionentauscher (Strata-X-AW, 200 mg, Phenomenex, Aschaffenburg). Nach der Anreicherung der Wasserproben wurde die Festphase im Stickstoffstrom für 30 min getrocknet und die Zielverbindungen wurden mit 2 x 2 mL Methanol und 3 x 2 mL 0,1 %-iger ammoniak-

Tabelle 3.1: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der PFAS

Wasservolumen	50 mL
pH-Wert	5
Interne Standards	Mischung verschiedener <sup>13</sup> C-markierter perfluorierter Verbindungen (jeweils 0,1 µg/L)
Festphasenmaterial	200 mg Strata X-AW (Phenomenex)
Elutionsmittel	Methanol, Methanol + 0,1 % Ammoniak
Elutionsvolumen	2 x 2 mL, 3 x 2 mL
Endvolumen	0,15 mL

lischer Methanollösung eluiert. Anschließend wurde das Eluat bis zur Trockene im Stickstoffstrom eingengt und der Trockenrückstand mit 75 µL Methanol und 75 µL Wasser aufgenommen. Die Analyse der PFAS erfolgte mittels HPLC-ESI-MS/MS. Dazu wurden ein HPLC-System 1200 der Firma Agilent Technologies (Waldbronn) und ein API 4000 Tandem-Massenspektrometer der Firma AB Sciex (Darmstadt) verwendet.

In den Tabellen 3.1 bis 3.3 sind die Anreicherungsbedingungen, die HPLC/MS-MS-Parameter und die substanzspezifischen Detektionsbedingungen für die PFAS zusammengefasst.

## 3.2 Verfahrensparameter

Mit dem beschriebenen Analyseverfahren lassen sich für alle 22 PFAS in „sauberen“ Wässern wie Oberflächen-, Grund- und Trinkwässern Bestimmungsgrenzen von 0,001 µg/L erreichen. Aufgrund der notwendigen Verdünnung liegen die Bestimmungsgrenzen in den Proben aus den Abläufen kommunaler Kläranlagen bei 0,005 µg/L und in den Galvanikabwässern bei 0,010 µg/L.

Tabelle 3.2: HPLC/MS-MS-Parameter für die Bestimmung der PFAS

HPLC-System	HPLC 1200 (Agilent Technologies)		
MS-MS-System	API 4000 (AB Sciex)		
Interface	Elektrospray (ESI)		
Injektionsvolumen	5 µL		
Trennsäule	Gemini C18, 100 mm x 2 mm, 5 µm (Phenomenex)		
Eluenten	A: HPLC-Wasser + 10 mM Ammoniumacetat B: Methanol + 10 mM Ammoniumacetat		
Eluentenprogramm	min	% A	% B
	5	55	45
	0	55	45
	4	55	45
	12	3	97
	17	3	97
	17,1	55	45
Fluss	0,3 mL/min		
Ionisierungsmodus	negativ		
Ionisierungsspannung	-4500 V		



Weitere Verfahrenskennndaten lassen sich aus den mit jeder Messserie erhobenen Qualitätssicherungsdaten ableiten. Beispielsweise können Informationen zur Messunsicherheit des Analyseverfahrens aus den Kontrollkarten entnommen werden. Für vier ausgewählte PFAS wird messtäglich eine Kontrollprobe (Trinkwasser) mit bekannter Konzentration (0,010 µg/L) analysiert; die Ergebnisse werden dokumentiert und statistisch ausgewertet. Aus den Messergebnissen lassen sich die Standardabweichung und die erweiterte Messunsicherheit (doppelte Standardabweichung plus Abweichung vom Sollwert plus 1,5 %) berechnen. Die Daten sind in Tabelle 3.4 dargestellt. Man erkennt, dass die erweiterte Messunsicherheit für die einzelnen Verbindungen in einem Bereich zwischen 20 und 50 % liegt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Messunsicherheiten für diejenigen Verbindungen, für die keine Regelkarten geführt werden, in derselben Größenordnung liegen.

Tabelle 3.3: Masse/Ladungsverhältnis m/z der Precursor- und Produkt-Ionen I und II für die Bestimmung der PFAS

Substanz	Precursor-Ion (m/z)	Produkt-Ion I (m/z)	Produkt-Ion II (m/z)
Perfluorbutanoat	213,1	168,8	–
Perfluorpentanoat	262,9	218,8	196,8
Perfluorhexanoat	312,9	268,8	119,0
Perfluorheptanoat	362,9	318,7	168,9
Perfluoroctanoat	412,9	368,8	168,9
Perfluornonanoat	463,0	418,9	218,9
Perfluordecanoat	513,0	469,0	218,9
Perfluorundecanoat	563,0	518,8	268,8
Perfluordodecanoat	613,0	568,9	168,8
Perfluorbutansulfonat	298,9	98,9	79,8
Perfluorpentansulfonat	349,1	99,0	79,7
Perfluorhexansulfonat	399,0	98,8	79,9
Perfluorheptansulfonat	449,2	99,2	79,8
Perfluoroctansulfonat	499,0	98,9	79,9
Perfluordecansulfonat	599,0	98,7	80,0
Perfluoroctansulfonsäureamid	498,0	77,8	63,7
7H-Dodecafluorheptanoat	345,0	280,7	39,1
2H,2H-Perfluordecanoat	477,0	392,7	62,8
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecanoat	491,0	386,9	366,9
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	326,8	306,7	80,7
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonat	427,0	406,8	80,8
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonat	526,8	506,7	80,7

LW:W

Tabelle 3.4: Standardabweichung und erweiterte Messunsicherheit für vier ausgewählte PFAS

Substanz	Standardabweichung (%)	Erweiterte Messunsicherheit (%)
PFBS	6,5	18
PFOA	16	44
PFOS	19	48
H4PFOS	11	26

LW:W

# 4 Ergebnisse

## 4.1 Untersuchung der Galvanikabwässer

Insgesamt wurden Abwässer aus 81 galvanischen Betrieben in Baden-Württemberg auf PFAS untersucht. Alle Einzelergebnisse sind im Anhang zusammengestellt (Tabelle 6.1). Tabelle 4.1 fasst die Ergebnisse einer statistischen Auswertung der Einzelergebnisse zusammen, bei der für alle 22 analysierten Einzelstoffe die Anzahl der positiven Befunde in den 81 Galvanikabwässern, ihre maximale und mittlere Konzentration sowie das 10-, 50- und 90-Perzentil der Konzentrationen berechnet wurden.

Nur in fünf der 81 Galvanikabwässer wurden keine PFAS gefunden. In der Mehrzahl der untersuchten Proben wurden ein, zwei oder drei Einzelstoffe nachgewiesen. In drei Galvanikabwässern wurden allerdings 12 und in zwei sogar 13 per- und polyfluorierte Verbindungen gefunden, d.h. für mehr als die Hälfte der untersuchten PFAS wurden in diesen Proben positive Befunde erhalten. Abbildung 4.1 zeigt die breite Verteilung der Anzahl der Befunde.

Am häufigsten wurde in den Galvanikabwässern PFOS nachgewiesen. Diese Verbindung wurde in 73 der 81 Abwässer gefunden, was einem Anteil von 90 % entspricht. Weitere PFAS, die häufig gefunden wurden, sind die Sulfonsäuren PFBS (in 54 % aller Proben), PFHxS (26 %) und PFHpS (28 %) sowie die Carbonsäuren PFBA (27 %), PFHxA (41 %), PFHpA (31 %) und PFOA (27 %). Daneben wurden auch noch die teilfluorierten Vertreter H4PFOS (64 %) und H4PFDS (26 %) in mehr als einem Viertel der untersuchten Galvanikabwässer nachgewiesen (Abbildung 4.2). Nur für die fünf Verbindungen PFUnA, PFDS, HPFHpA, H2PFDA und H4PFUnA wurden in keiner Probe positive Befunde erhalten.

Die Konzentrationen der nachgewiesenen PFAS-Einzelstoffe in den untersuchten Galvanikabwässern reichen von Gehalten im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze (0,050 µg/L) bis zu Werten von mehr als 1000 µg/L. Die höchsten Konzentrationen wurden für PFOS (850 µg/L) und H4PFOS (1200 µg/L) gemessen. Von den anderen 20 PFAS wurde kein Einzelstoff in einer Konzentration über 100 µg/L gefunden.

Abbildung 4.3 zeigt die Verteilung der Summenkonzentration aller nachgewiesenen PFAS in den Galvanikabwässern. Die Mehrzahl der 81 untersuchten Proben wies in der Summe PFAS-Gehalte zwischen 0,1 und 1000 µg/L auf. Vier Abwasserproben hatten Summenkonzentrationen von mehr als 1000 µg/L, wobei der höchste errechnete Wert für die Summe aller PFAS-Einzelstoffkonzentrationen 1970 µg/L betrug.

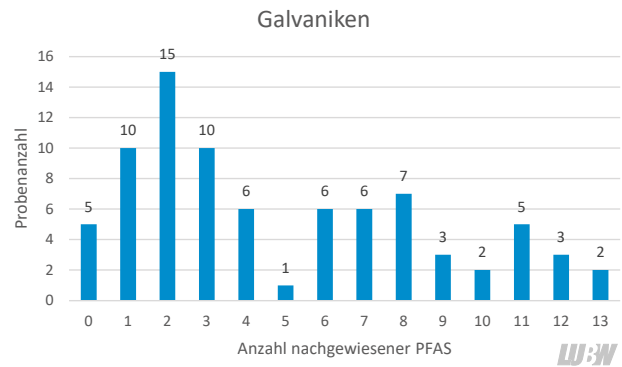


Abbildung 4.1: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen PFAS in den Galvanikabwässern

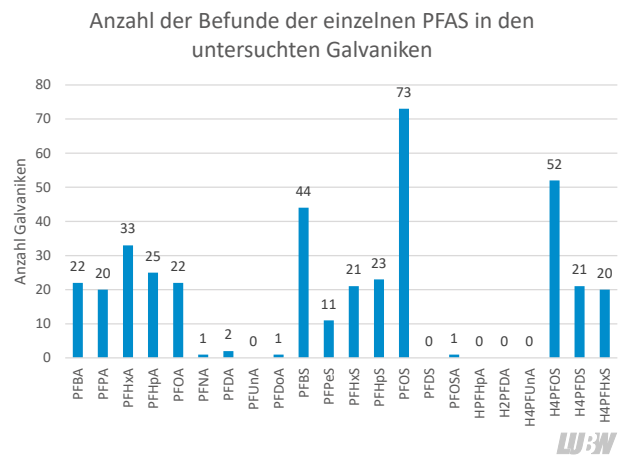


Abbildung 4.2: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen PFAS in den Galvanikabwässern

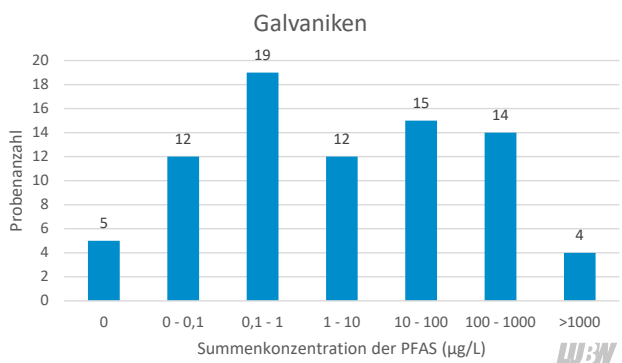


Abbildung 4.3: Summenkonzentrationen aller PFAS in den Galvanikabwässern

Eine Aufschlüsselung und Zuordnung der Anzahl der nachgewiesenen Einzelstoffe und der Summenkonzentrationen auf die einzelnen Galvanikabwässer zeigt Tabelle 6.3 im Anhang. Danach korrespondiert i. d. R. eine große Anzahl an nachgewiesenen Einzelstoffen mit einer hohen Summenkonzentration. Dennoch ist es insbesondere bei den mittleren und hohen Summenkonzentrationen so, dass der Summenwert nur durch die Konzentration einer einzelnen Komponente wesentlich bestimmt wird. So konnten beispielsweise in einem Abwasser aus einem galvanischen Betrieb 12 PFAS nachgewiesen werden. Auch für die Summenkonzentration wurde mit 1270 µg/L in dieser Probe ein sehr hoher Wert errechnet. Schaut man sich die Konzentrationen aller PFAS aber genauer an, so zeigt sich, dass der Summenwert im Wesentlichen durch die Verbindung H4PFOS, die in dieser Probe in einer Konzentration von 1200 µg/L gemessen wurde, bestimmt wird. Alle weiteren PFAS zusammen haben einen Anteil von nur ca. 5 % an der Summenkonzentration.

## 4.2 Untersuchung der kommunalen Abwässer

Insgesamt wurden Abläufe aus 43 kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg auf PFAS untersucht. Alle Einzelergebnisse sind wiederum im Anhang zusammengestellt (Tabelle 6.2). Die Ergebnisse einer statistischen Auswertung der Messergebnisse für die kommunalen Abwässer, die in analoger Weise wie für die Galvanikabwässer vorgenommen wurde, sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst.

In den kommunalen Abwässern wurden im Mittel weniger PFAS-Einzelstoffe und vor allem deutlich geringere Konzentrationen an PFAS als in den Abwässern aus den Galvanikbetrieben gefunden. Allerdings gab es nur ein kommunales Abwasser, in der keine einzige PFAS-Verbindung nachgewiesen werden konnte. In den meisten Proben wurden zwischen einem und maximal 9 Vertreter der PFAS gefunden (Abbildung 4.4). Bei einem direkten Vergleich der Anzahl der positiven Befunde zwischen den Galva-

Tabelle 4.1: Konzentrationen der untersuchten PFAS im Abwasser der 81 Galvanikbetriebe (P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil)

Substanz	positive Befunde		Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	P10 in µg/L	P50 in µg/L	P90 in µg/L
	absolut	in %					
PFBA	22	27	0,64	0,12	0,020	0,046	0,35
PFPA	20	25	0,56	0,11	0,015	0,049	0,23
PFHxA	33	41	1,8	0,22	0,012	0,068	0,69
PFHpA	25	31	1,1	0,19	0,017	0,072	0,56
PFOA	22	27	2,8	0,16	0,014	0,020	0,073
PFNA	1	1	0,020	–	–	–	–
PFDA	2	3	0,047	0,033	–	–	–
PFUnA	0	0	–	–	–	–	–
PFDoA	1	1	0,012	–	–	–	–
PFBS	44	54	71	6,9	0,028	0,84	18
PFPeS	11	14	0,76	0,11	0,014	0,027	0,13
PFHxS	21	26	19	1,1	0,045	0,20	0,88
PFHpS	23	28	19	1,1	0,023	0,20	0,95
PFOS	73	90	850	55	0,041	1,1	186
PFDS	0	0	–	–	–	–	–
PFOSA	1	1	0,031	–	–	–	–
HPFHpA	0	0	–	–	–	–	–
H2PFDA	0	0	–	–	–	–	–
H4PFUnA	0	0	–	–	–	–	–
H4PFOS	52	64	1200	159	0,039	2,9	639
H4PFDS	21	26	1,6	0,35	0,022	0,15	0,70
H4PFHxS	20	25	5,1	0,72	0,032	0,33	1,4

nikabwässern und den Abwässern aus den kommunalen Kläranlagen ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenze bei den Galvanikabwässern um einen Faktor 2 höher lag als bei den kommunalen Abwässern.

Wie in den Galvanikabwässern war auch in den Abwässern aus den kommunalen Kläranlagen PFOS diejenige Verbindung, die am häufigsten auftrat. Der Anteil von 32 positiven Befunden bei 43 untersuchten Abwasserproben entspricht 74 %. Auch die weiteren PFAS, die vergleichsweise häufig in den kommunalen Abwässern gefunden wurden, sind weitgehend identisch mit denen, die auch in den Galvanikabwässern auftraten. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass Einträge aus Galvanikbetrieben immer noch einen signifikanten Einfluss auf die Belastung von kommunalen Kläranlagen mit PFAS haben. In den kommunalen Kläranlagen wurden neben PFOS insbesondere die Sulfonsäure PFBS (in 26 % aller Proben) und die Carbonsäuren PFBA (42 %), PFPA (47 %), PFHxA (63 %) und PFOA (63 %) sowie die teilfluorierte Verbindung H4PFOS (33 %) nachgewiesen (Abbildung 4.5).

Die Konzentrationen der nachgewiesenen PFAS-Einstoffe in den Abläufen der kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg reichen von Gehalten im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze (0,050 µg/L) bis zu mehreren µg/L. Üblicherweise lagen die Einzelstoffkonzentrationen allerdings unter 1 µg/L und nur in wenigen Einzelfällen wurden höhere Gehalte gemessen. Abbildung 4.6 zeigt die Verteilung der Summenkonzentration der PFAS in den kommunalen Abwässern. Nur für drei Abwässer aus kommunalen Kläranlagen wurden Summenkonzentrationen von über 1 µg/L berechnet, während die überwiegende Anzahl der untersuchten Proben PFAS-Summenkonzentrationen zwischen 0,01 und 1 µg/L aufwies.

Eine Aufschlüsselung der Anzahl an positiven Befunden und der Summenkonzentrationen auf die einzelnen Abwässer ist in Tabelle 6.4 im Anhang dargestellt. Wie bei den Galvanikabwässern zeigt sich auch bei den kommunalen Abwässern ein qualitativer Zusammenhang zwischen der Anzahl an nachgewiesenen Einzelstoffen und der PFAS-Summenkonzentration. Allerdings ist es auch bei den kommunalen Abwässern so, dass die Summenkonzentration, insbesondere bei den hohen Werten, wesentlich durch sehr wenige, i. d. R. sogar nur durch eine einzelne

Komponente bestimmt wird. So wird in zwei der drei Galvanikabwässer mit PFAS-Summenkonzentrationen über 1 µg/L der Summenwert wesentlich durch die Konzentration an H4PFOS und in einem Fall durch die Konzentration an PFHxA bestimmt.

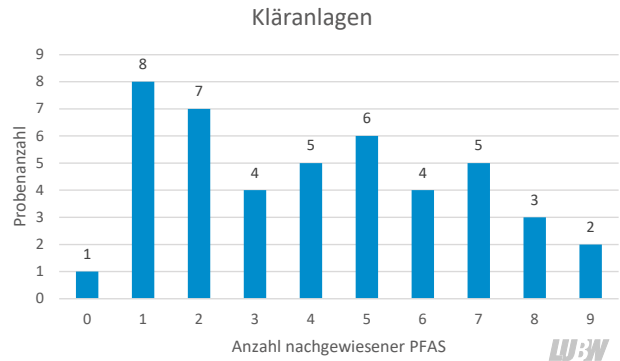


Abbildung 4.4: Verteilung der Anzahl der untersuchten PFAS in den kommunalen Abwässern

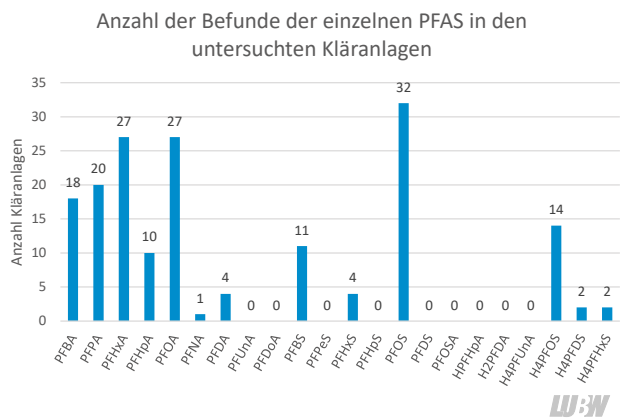


Abbildung 4.5: Verteilung der Befunde auf die untersuchten PFAS in den kommunalen Abwässern

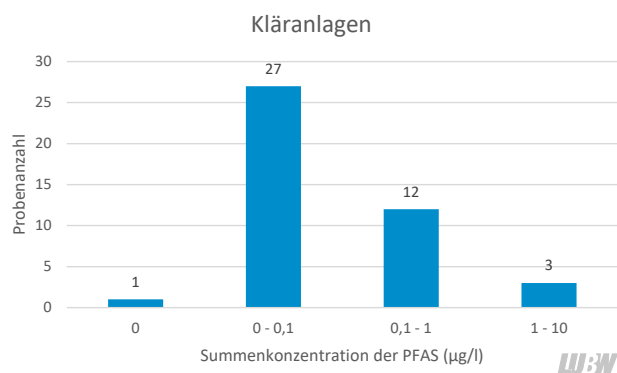


Abbildung 4.6: Verteilung der Summenkonzentrationen aller PFAS in den kommunalen Abwässern

Tabelle 4.2: Konzentrationen der untersuchten PFAS im Ablauf der 43 Kläranlagen  
(P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil)

Substanz	positive Befunde		Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	P10 in µg/L	P50 in µg/L	P90 in µg/L
	absolut	in %					
PFBA	18	42	0,077	0,016	0,005	0,010	0,029
PFPA	20	47	0,57	0,076	0,007	0,011	0,29
PFHxA	27	63	0,62	0,063	0,007	0,013	0,11
PFHpA	10	23	0,59	0,11	0,008	0,019	0,28
PFOA	27	63	0,041	0,014	0,006	0,011	0,028
PFNA	1	2	0,009	–	–	–	–
PFDA	4	9	0,018	0,012	0,010	0,011	0,016
PFUnA	0	0	–	–	–	–	–
PFDoA	0	0	–	–	–	–	–
PFBS	11	26	0,11	0,031	0,008	0,017	0,083
PFPeS	0	0	–	–	–	–	–
PFHxS	4	9	0,020	0,013	0,0065	0,014	0,019
PFHpS	0	0	–	–	–	–	–
PFOS	32	74	0,24	0,051	0,010	0,038	0,098
PFDS	0	0	–	–	–	–	–
PFOSA	0	0	–	–	–	–	–
HPFHpA	0	0	–	–	–	–	–
H2PFDA	0	0	–	–	–	–	–
H4PFUnA	0	0	–	–	–	–	–
H4PFOS	14	33	4,9	0,72	0,008	0,056	3,1
H4PFDS	2	5	0,009	0,008	–	–	–
H4PFHxS	2	5	0,024	0,019	–	–	–

LUBW

# 5 Diskussion der Ergebnisse

## 5.1 Galvanikabwässer

Die Ergebnisse der Messungen an 81 Abwässern aus Galvanikbetrieben zeigen, dass PFAS in nahezu allen Proben vorkommen. Die am häufigsten und oft in den höchsten Konzentrationen gefundene Einzelverbindung ist PFOS. Abbildung 5.1 zeigt die Konzentrationsverteilung für PFOS in den untersuchten Galvanikabwässern anhand einer Summenkurve. Man erkennt, dass die Mehrzahl der Galvanikabwässer nur geringe Gehalte an PFOS aufweist und nur für eine vergleichsweise kleine Zahl an Galvanikbetrieben höhere PFOS-Konzentrationen gemessen werden.

Abbildung 5.2 zeigt einen Ausschnitt aus Abbildung 5.1, in dem der Bereich niedriger PFOS-Konzentrationen vergrößert wurde. Man erkennt, dass bei einem Grenzwert von 10 µg/L bei etwas weniger als 30 % der untersuchten Proben eine Überschreitung festgestellt worden wäre. Bei einem Grenzwert von 1 µg/L wäre es knapp die Hälfte der Betriebe gewesen.

Abbildung 5.3 zeigt dieselbe Verteilungskurve, die in Abbildung 5.1 für PFOS dargestellt ist für H4PFOS. Man erkennt für beide Verbindungen eine sehr ähnliche Konzentrationsverteilung. Eine detaillierte Betrachtung der Einzelergebnisse für H4PFOS zeigt, dass etwa 70 % der gemessenen Konzentrationen in den Galvanikabwässern unter 10 µg/L und etwa 60 % unter 1 µg/L liegen. Dieses Beispiel belegt, dass PFOS immer noch eine wichtige Komponente ist, die über Abwässer aus Galvanikbetrieben emittiert wird; allerdings gibt es eine Reihe weiterer Verbindungen, deren Konzentrationen im Abwasser mit denen von PFOS vergleichbar sind.

Betrachtet man sich die Ergebnisse für die einzelnen Galvanikbetriebe genauer, fallen einige Details auf. So dominieren in den Abwässern i. d. R. die per- und polyfluorierten Sulfonsäuren (insbesondere PFOS und H4PFOS). In 75 der 81 untersuchten Abwasserproben tragen die Sulfonsäuren mehr als 90 % zu der PFAS-Konzentrationssumme bei. In fünf Abwässern traten neben den Sulfonsäuren aber auch die per- und polyfluorierten Carbonsäuren, v. a. PFOA, aber in Einzelfällen auch PFHpA, PFHxA, PFPA und PFBA in nennenswerten Mengen auf. Ein Zusammenhang zwischen der spezifischen Anwendung der PFAS und dem Substanzspektrum im Galvanikabwasser lässt sich aufgrund der wenigen vorliegenden Informationen allerdings nicht herstellen.

Vergleicht man die Angaben der Galvanikbetreiber zum Einsatz von PFOS-haltigen Produkten mit den Analyseergebnissen für die jeweiligen Abwässer, so erhält man ein differenziertes Bild. Tabelle 6.5 im Anhang stellt die Angaben der Galvanikbetreiber für die Jahre 2014 bis 2016 und die 2017 gemessenen PFOS-Konzentrationen im zugehörigen Abwasser gegenüber. Beim Vergleich der Daten muss berücksichtigt werden, dass Informationen zum Einsatz PFOS-haltiger Produkte zum Zeitpunkt der Probenahme derzeit nicht vorliegen. Auch über den Einsatz und die Zusammensetzung von Ersatzprodukten für die PFOS-haltigen Zubereitungen ist nichts bekannt.

Insgesamt fünf Galvanikbetreiber haben angegeben im Jahr 2016 noch PFOS-haltige Zubereitungen eingesetzt zu haben. Hier wurde auch in allen Fällen PFOS im entsprechenden Galvanikabwasser gefunden, wobei die Konzentrationen

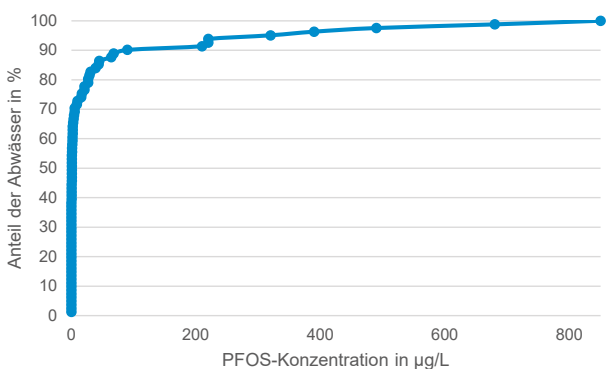


Abbildung 5.1: Verteilung der PFOS-Konzentrationen in den Galvanikabwässern

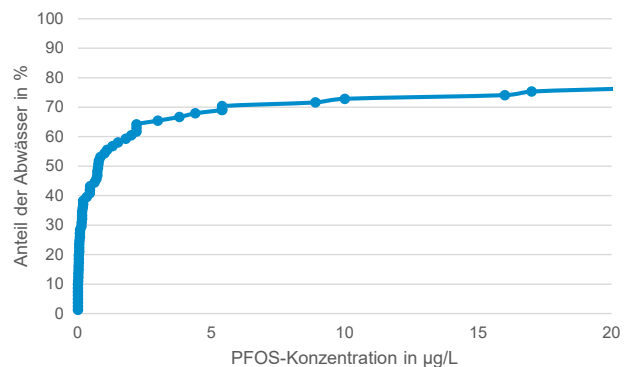


Abbildung 5.2: Verteilung der PFOS-Konzentrationen bis 10 µg/L in den Galvanikabwässern



rationen in einem Fall bei 44 µg/L, in allen anderen Fällen aber über 200 µg/L lagen.

Weitere fünf Betriebe hatten in den Jahren 2014 und 2015 PFOS-haltige Zubereitungen verwendet, 2016 aber nicht mehr. Auch in den Abwässern dieser Betriebe wurde PFOS nachgewiesen. Die Konzentrationen lagen bei drei Galvanikbetrieben zwischen 0,62 und 4,4 µg/L, also signifikant niedriger als bei den Betrieben, die 2016 noch PFOS-haltige Produkte verwendeten. In zwei dieser Galvanikabwässer wurden aber auch PFOS-Gehalte von 64 bzw. sogar 320 µg/L gemessen, also vergleichbare Konzentrationen wie in den Abwässern von Betrieben, die 2016 noch PFOS-haltige Zubereitungen einsetzten.

Alle weiteren Galvanikbetriebe gaben an, in den Jahren 2014 bis 2016 keine PFOS-haltigen Zubereitungen eingesetzt zu haben. Allerdings ließ sich auch in einer Vielzahl an Abwässern dieser Betriebe PFOS nachweisen. Die Konzentrationen lagen i. d. R. niedriger als bei den zuvor genannten Galvanikbetrieben, jedoch wurden in Einzelfällen auch PFOS-Gehalte von über 10 µg/L und in einem Fall sogar von 490 µg/L gemessen. Über die Ursachen der in Einzelfällen festgestellten Abweichungen zwischen den Angaben der Betreiber und den analytischen Befunden an PFOS im Galvanikabwasser können derzeit keine Aussagen getroffen werden.

Eine Abschätzung der durch die untersuchten Galvanikbetriebe emittierten PFAS-Frachten ist nicht möglich, da Angaben über die anfallenden Abwassermengen fehlen.

## 5.2 Kommunale Abwässer

Ähnlich wie in den Galvanikabwässern konnten auch in fast allen untersuchten Abwasserproben aus kommunalen Kläranlagen PFAS nachgewiesen werden.

Auch hier war PFOS die Einzelverbindung, die am häufigsten und oft in den höchsten Konzentrationen gefundenen wurde. Analog zu der Darstellung für die Galvanikabwässer zeigt Abbildung 5.4 die Konzentrationsverteilung für PFOS in den untersuchten kommunalen Abwässern anhand einer Summenkurve. Man erkennt, dass die Mehrzahl der kommunalen Abwässer geringe Gehalte an PFOS aufweist und nur für eine vergleichsweise kleine Zahl (weniger als 10 %) an kommunalen Abwässern PFOS-Konzentrationen über 0,1 µg/L gemessen werden.

Im Vergleich mit der Umweltqualitätsnorm (UQN) für PFOS nach Wasserrahmenrichtlinie von 0,00065 µg/L, liegen die Emissionen aus den Abläufen der kommunalen Kläranlagen relativ hoch. Nur in acht der untersuchten 43 kommunalen Abwässer waren die PFOS-Gehalte so gering, dass bei einer Verdünnung des Abwassers im Vorfluter um einen Faktor 10 die Konzentration von 0,00065 µg/L unterschritten werden würde. Selbst bei einer Verdünnung des Abwassers um einen Faktor 100 würden nur neun Kläranlagen so wenig PFOS emittieren, dass die Konzentration von 0,00065 µg/L unterschritten werden könnte (vorausgesetzt, dass der Vorfluter kein PFOS aus anderen Quellen enthält).

Vergleicht man die Verteilung der PFAS-Befunde in den kommunalen Abwässern mit der Verteilung in den Galvanikabwässern (Abbildungen 4.5 und 4.2), so zeigt sich, dass PFOS jeweils die dominierende Komponente ist. Während in den Galvanikabwässern allerdings H4PFOS sowohl hinsichtlich der Anzahl der positiven Befunde als auch hinsichtlich der gemessenen Konzentrationen die zweitwichtigste Verbindung darstellt, ergibt sich für die

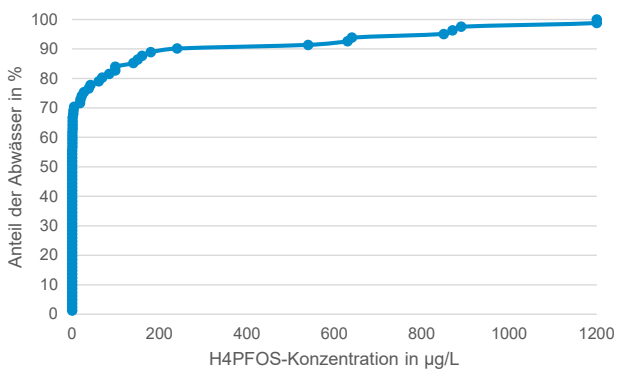


Abbildung 5.3: Verteilung der H4PFOS-Konzentrationen in den Galvanikabwässern

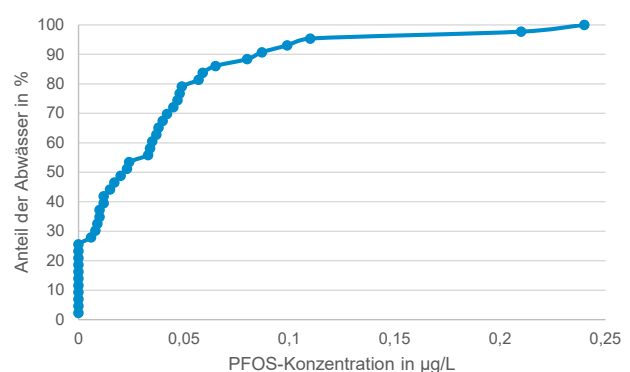


Abbildung 5.4: Verteilung der PFOS-Konzentrationen in den kommunalen Abwässern



kommunalen Abwässer ein anderes Bild. Hier sind neben PFOS vor allem die kurzkettingen fluorierten Carbon- und Sulfonsäuren von Bedeutung, und H4PFOS spielt hinsichtlich der Anzahl an positiven Befunden nur eine untergeordnete Rolle. Allerdings sind in den wenigen Fällen, in denen H4PFOS nachgewiesen wurde, die gemessenen Konzentrationen vergleichsweise hoch. Inwieweit die geringe Anzahl an positiven Befunden an H4PFOS durch die vergleichsweise gute biologische Abbaubarkeit dieser Verbindung und damit durch ihre teilweise Elimination in der Kläranlage bedingt ist, kann anhand der Ergebnisse des Messprogramms, bei dem keine Kläranlagenzuläufe, sondern nur -abläufe beprobt wurden, nicht abschließend beurteilt werden. Die gleiche Einschränkung besteht für das Auftreten der kurzkettingen PFAS, wo anhand der vor-

liegenden Daten nicht sicher unterschieden werden kann zwischen einem Eintrag dieser Verbindungen in die Kläranlage und ihrer Entstehung in der Kläranlage als Folge des biologischen Abbaus größerer Verbindungen.

Für 27 der untersuchten 43 kommunalen Kläranlagen liegen Informationen zur jährlichen Abwassermenge für die Jahre 2014, 2015 und 2016 vor. Aus diesen Daten und den gemessenen Konzentrationen lassen sich in einer groben Abschätzung unter der Annahme, dass die zu einem Zeitpunkt im Jahr 2017 entnommenen Probe repräsentativ für die mittlere Belastung an PFAS im Jahr 2016 war, die Jahresfrachten 2016 für die einzelnen PFAS und für die Summe der untersuchten PFAS errechnen. Die bei dieser Abschätzung erhaltenen Zahlenwerte sind in Tabelle 5.1

Tabelle 5.1: Berechnete Jahresfracht 2016 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen (JAWM: Jahresabwassermenge).

Kläranlage	JAWM 2016 (m³)	PFOS (g/a)	H4PFOS (g/a)	Summe PFAS (g/a)
SKA AZV Schwarzbachtal Neckarbischofsheim	5.130.593	< 26	< 26	31
SKA Steinen	6.488.624	65	< 32	530
AV Schwarzwasser KLA Lichtenau	1.013.966	210	89	350
SKA Ilshofen-Ilshofen	922.731	60	< 5	60
SKA Aulendorf	2.186.221	83	66	560
SKA St. Georgen-Peterzell	2.491.927	57	30	110
SKA Sigmaringendorf	504.255	120	2.500	3.600
SKA Eglosheim- Ludwigsburg	1.333.567	< 7	8	45
SKA Schorndorf	4.940.430	< 25	280	340
SKA Mühlacker-Lomersheim	3.487.597	28	< 17	49
SKA Heuchlingen	330.661	11	< 2	34
SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar	6.753.199	390	68	690
SKA AWW Raumschaft Lahr	6.216.526	230	26.000	28.000
SKA Alpirsbach	1.696.254	< 8	< 8	12
SKA Königsbach BB	4.233.688	210	< 21	370
SKA Poppenweiler-Ludwigsburg	1.669.038	< 8	< 8	60
SKA Eriskirch	4.565.081	500	< 23	730
ZKA Wertheim	1.852.871	44	220	1.200
SKA Balingen des ZVA Balingen	9.737.796	120	< 49	220
SKA Schützingen	1.100.012	36	< 6	44
KLA Bruchsal	5.866.421	210	320	530
SKA St. Leon-Rot	1.410.556	< 7	< 7	83
SKA Aichhalden	414.371	33	12	530
KA Geislingen a.d. Steige	6.430.102	110	45	210
SKA Deisslingen AZV Oberer Neckar	6.868.784	410	< 34	1.400
SKA Riedlingen	6.200.166	74	< 31	74
SKA AWW Friesenheim	2.482.918	110	250	640



zusammengestellt. Die entsprechenden Daten für die Jahre 2014 und 2015 finden sich im Anhang in den Tabellen 6.6 und 6.7. Ein Vergleich der Ergebnisse für die drei Jahre zeigt, dass sich die Jahresabwassermengen und damit auch die resultierenden Jahresfrachten nur wenig unterscheiden, sodass sich die Diskussion im Folgenden auf die Werte für das Jahr 2016 beschränkt. In den Fällen, in denen eine Verbindung nicht nachgewiesen werden konnte, wurde aus der analytischen Bestimmungsgrenze und der Jahresabwassermenge eine „Mindestfracht“ berechnet, die in dem Kläranlagenablauf in jedem Fall unterschritten wird. Abhängig von der Jahresabwassermenge unterscheidet sich diese Fracht von Kläranlage zu Kläranlage.

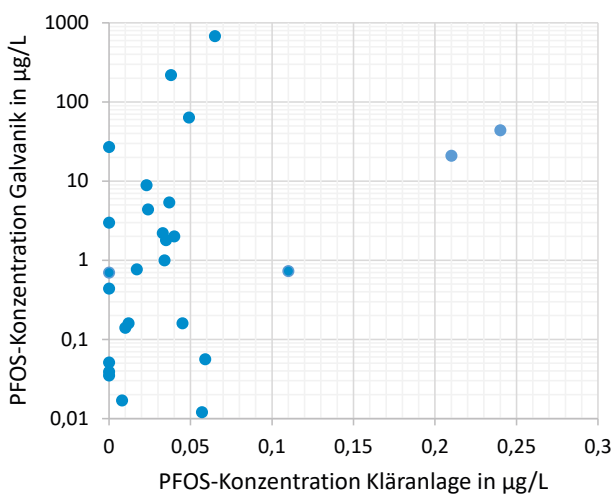
Da in allen Kläranlagen, für die Jahresabwassermengen vorliegen, PFAS in den Abläufen nachgewiesen wurden, errechnet sich auch für alle Kläranlagen eine Jahresfracht. Diese liegt 2016 für die Summe aller untersuchten PFAS zwischen 12 g/a und 28 kg/a. Insgesamt vier Kläranlagen weisen PFAS-Frachten von mehr als 1 kg/a auf, wobei nur eine Kläranlage mehr als 10 kg/a PFAS abgibt. In der Summe emittieren die betrachteten 27 kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg mehr als 40 kg PFAS pro Jahr in die Umwelt.

Betrachtet man nur die Verbindung PFOS, so ergeben sich 2016 Jahresfrachten zwischen weniger als 7 g/a und 500 g/a. Elf Kläranlagen emittieren mehr als 100 g PFOS pro Jahr. In der Summe der 27 Kläranlagen werden etwas mehr als 3 kg PFOS pro Jahr in die entsprechenden Vorfluter abgegeben. Für H4PFOS lassen sich Jahresfrachten zwischen weniger als

2 g/a und 26 kg/a errechnen. Hier liegt die gesamte Jahresfracht, die über die 27 Kläranlagen emittiert wird, etwas über 30 kg/a H4PFOS, wobei dieser Wert maßgeblich durch den Eintrag aus einer einzelnen Kläranlage bestimmt wird.

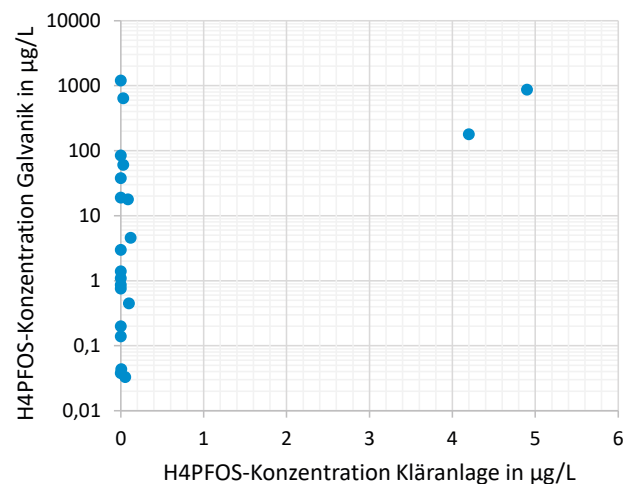
Vergleicht man die Belastung der kommunalen Kläranlagen mit PFAS mit der Indirekteinleitung von Galvanikabwässern, so lässt sich nur in wenigen Fällen ein Zusammenhang herstellen. In den Abbildungen 5.5 und 5.6 sind die Gehalte an PFOS bzw. an H4PFOS für die Galvanikabwässer und für die kommunale Kläranlage, in welche die Galvanikbetriebe einleiten gemeinsam dargestellt.

Man erkennt, dass bei einigen kommunalen Kläranlagen, bei denen erhöhte Gehalte an PFOS oder H4PFOS im Ablauf gefunden werden, auch in dem zugehörigen Galvanikabwasser erhöhte Konzentrationen der jeweiligen Verbindung auftreten. Allerdings gibt es auch Beispiele, bei denen auffällige Konzentrationen im Kläranlagenablauf gefunden werden, das zugehörige Galvanikabwasser aber keine erhöhten Befunde zeigt. Umgekehrt finden sich auch Fälle, bei denen zwar in dem Galvanikabwasser erhöhte Gehalte an PFOS oder H4PFOS auftreten, sich diese hohen Konzentrationen aber nicht am Ablauf der kommunalen Kläranlage widerspiegeln. Eine Erklärung für diese unterschiedlichen Ergebnisse lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten. Daher müssen immer die Einzelfälle betrachtet werden, um zuverlässige Aussagen über den Einfluss einer Indirekteinleitung aus Galvanikbetrieben auf die Beschaffenheit der kommunalen Abwässer treffen zu können.



U:W

Abbildung 5.5: Zusammenhang zwischen den Gehalten an PFOS in den Galvanikabwässern und den zugehörigen kommunalen Abwässern



U:W

Abbildung 5.6: Zusammenhang zwischen den Gehalten an H4PFOS in den Galvanikabwässern und den zugehörigen kommunalen Abwässern

## 6 Anhang

Tabelle 6.1: Einzelergebnisse der untersuchten Galvanikbetriebe für die 22 analysierten PFAS. Alle Angaben in µg/L.

Galvanik	1	2	3	4	5	6	7
	20.09.2017	20.09.2017	20.09.2017	01.01.2017	28.09.2017	01.01.2017	25.10.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	<b>0,083</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,036</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>0,074</b>	< 0,010	<b>0,051</b>	<b>0,79</b>	< 0,010	<b>0,039</b>	<b>0,012</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	< 0,010	< 0,010	<b>0,038</b>	<b>0,85</b>	< 0,010	<b>0,20</b>	< 0,010
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,010

Galvanik	8	9	10	11	12	13	14
	01.01.2017	05.09.2017	06.09.2017	04.09.2017	06.09.2017	25.10.2017	01.01.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,020</b>
PFPA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,033</b>
PFHxA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,017</b>	<b>0,11</b>
PFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,030</b>	<b>0,11</b>
PFOA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>2,8</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,019</b>
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	0,012	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>5,3</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,019</b>
PFHpS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,084</b>
PFOS	<b>0,035</b>	<b>0,079</b>	<b>0,13</b>	<b>0,022</b>	< 0,010	<b>0,038</b>	<b>64</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	8	9	10	11	12	13	14
	01.01.2017	05.09.2017	06.09.2017	04.09.2017	06.09.2017	25.10.2017	01.01.2017
H4PFOS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,018</b>	<b>19</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,022</b>
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	15	16	17	18	19	20	21
	01.01.2017	05.09.2017	06.09.2017	14.09.2017	25.10.2017	05.09.2017	18.09.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,019</b>	< 0,010	0,053	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,019</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,048</b>	<b>0,021</b>	< 0,010	< 0,010
PFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,032</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	<b>0,016</b>	<b>0,067</b>	< 0,010	<b>0,043</b>	<b>0,018</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>1,4</b>	< 0,010	<b>71</b>	<b>0,028</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,13</b>	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,070</b>	< 0,010	<b>0,88</b>	< 0,010
PFHpS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,042</b>	< 0,010	<b>0,45</b>	< 0,010
PFOS	<b>0,46</b>	<b>0,45</b>	<b>0,027</b>	<b>16</b>	< 0,010	<b>320</b>	<b>0,84</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	<b>0,031</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>0,061</b>	< 0,010	< 0,010	<b>27</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,037</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,016</b>	< 0,010	< 0,010	<b>21</b>

Galvanik	22	23	24	25	26	27	28
	06.09.2017	29.09.2017	29.09.2017	07.09.2017	20.09.2017	01.01.2017	20.09.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	<b>0,14</b>	< 0,010	<b>0,11</b>	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	<b>0,051</b>	< 0,010	<b>0,42</b>	<b>0,015</b>	< 0,010
PFHxA	< 0,010	<b>0,012</b>	<b>0,073</b>	< 0,010	<b>0,51</b>	<b>0,011</b>	<b>0,012</b>
PFHpA	< 0,010	<b>0,027</b>	<b>0,033</b>	<b>0,022</b>	<b>0,39</b>	<b>0,012</b>	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	<b>0,046</b>	< 0,010	<b>0,024</b>	< 0,010	<b>0,017</b>
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>0,10</b>	<b>0,074</b>	<b>2,0</b>	< 0,010	<b>6,3</b>	<b>0,37</b>	<b>1,8</b>
PFPeS	< 0,010	<b>0,016</b>	<b>0,76</b>	< 0,010	<b>0,050</b>	< 0,010	<b>0,025</b>
PFHxS	< 0,010	<b>0,26</b>	<b>19</b>	< 0,010	<b>0,36</b>	< 0,010	<b>0,20</b>
PFHpS	< 0,010	<b>0,34</b>	<b>19</b>	< 0,010	<b>0,40</b>	< 0,010	<b>0,25</b>
PFOS	<b>2,2</b>	<b>31</b>	<b>220</b>	< 0,010	<b>490</b>	<b>1,8</b>	<b>21</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	22	23	24	25	26	27	28
	06.09.2017	29.09.2017	29.09.2017	07.09.2017	20.09.2017	01.01.2017	20.09.2017
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>1,1</b>	<b>99</b>	<b>0,95</b>	< 0,010	<b>850</b>	<b>0,033</b>	<b>18</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	<b>0,014</b>	< 0,010	<b>1,6</b>	< 0,010	<b>0,11</b>
H4PFHxS	< 0,010	<b>0,045</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,73</b>	< 0,010	<b>0,050</b>

Galvanik	29	30	31	32	33	34	35
	05.09.2017	25.10.2017	05.10.2017	12.09.2017	01.01.2017	17.10.2017	12.09.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,64</b>	<b>0,37</b>	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,18</b>	<b>0,10</b>	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,051</b>	<b>1,3</b>	< 0,010	<b>0,022</b>
PFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,043</b>	<b>0,17</b>	< 0,010	<b>0,028</b>
PFOA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,020</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,013</b>
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	< 0,010	<b>0,23</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,026</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>1,5</b>	<b>0,017</b>	<b>2,0</b>	<b>0,75</b>	< 0,010	<b>0,16</b>	<b>5,4</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>0,48</b>	< 0,010	<b>0,87</b>	<b>99</b>	<b>61</b>	<b>0,45</b>	<b>180</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,15</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,57</b>
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,26</b>	<b>0,42</b>	< 0,010	<b>0,59</b>

Galvanik	36	38	39	40	41	42	43
	24.10.2017	19.10.2017	18.10.2017	05.10.2017	12.09.2017	07.12.2017	01.01.2017
PFBA	<b>0,020</b>	< 0,010	<b>0,035</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFPA	<b>0,036</b>	<b>0,012</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,015</b>	< 0,010
PFHxA	<b>0,075</b>	<b>0,13</b>	<b>0,013</b>	<b>0,012</b>	< 0,010	<b>0,062</b>	< 0,010
PFHpA	<b>0,075</b>	<b>0,15</b>	< 0,010	<b>0,019</b>	< 0,010	<b>0,016</b>	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,012</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>0,091</b>	< 0,010	<b>19</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>2,1</b>	<b>0,036</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	<b>0,32</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	< 0,010	< 0,010	<b>1,7</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	36	38	39	40	41	42	43
	24.10.2017	19.10.2017	18.10.2017	05.10.2017	12.09.2017	07.12.2017	01.01.2017
PFOS	<b>27</b>	<b>0,33</b>	<b>390</b>	<b>2,2</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>	<b>0,056</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>540</b>	<b>630</b>	<b>0,15</b>	<b>2,7</b>	<b>0,30</b>	<b>38</b>	<b>0,76</b>
H4PFDS	<b>0,013</b>	<b>0,29</b>	<b>0,065</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	<b>0,39</b>	<b>0,48</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,025</b>	< 0,010

Galvanik	44	45	46	47	48	49	50
	01.01.2017	01.01.2017	07.12.2017	20.09.2017	01.01.2017	10.10.2017	22.10.2017
PFBA	< 0,010	<b>0,014</b>	<b>0,055</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	<b>0,10</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	<b>0,054</b>	<b>0,20</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpA	< 0,010	<b>0,014</b>	<b>0,30</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	<b>0,074</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	<b>0,020</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	<b>0,047</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>0,94</b>	<b>0,11</b>	<b>6,0</b>	< 0,010	<b>0,15</b>	< 0,010	<b>0,12</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	< 0,010	<b>0,077</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	<b>0,021</b>	< 0,010	<b>0,26</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>27</b>	<b>1,1</b>	<b>850</b>	<b>0,14</b>	<b>8,9</b>	<b>0,77</b>	<b>0,62</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>3,0</b>	<b>42</b>	<b>150</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,044</b>	<b>0,024</b>
H4PFDS	< 0,010	<b>0,051</b>	<b>0,065</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	<b>0,058</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	51	52	53	54	55	56	57
	12.09.2017	10.10.2017	05.09.2017	08.09.2017	10.10.2017	14.09.2017	14.09.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	<b>0,49</b>	< 0,010	<b>0,090</b>	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	<b>0,56</b>	< 0,010	<b>0,088</b>	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	<b>0,010</b>	<b>1,8</b>	< 0,010	<b>0,17</b>	< 0,010	<b>0,021</b>
PFHpA	< 0,010	< 0,010	<b>1,0</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,032</b>
PFOA	< 0,010	< 0,010	<b>0,040</b>	<b>0,018</b>	< 0,010	<b>0,015</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	<b>5,1</b>	<b>3,9</b>	<b>0,013</b>	<b>3,4</b>	< 0,010	<b>11</b>

Galvanik	51	52	53	54	55	56	57
	12.09.2017	10.10.2017	05.09.2017	08.09.2017	10.10.2017	14.09.2017	14.09.2017
PFPeS	< 0,010	<b>0,011</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	<b>0,11</b>	<b>0,072</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	< 0,010	<b>0,040</b>	<b>0,018</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>0,087</b>	<b>10</b>	29	<b>0,16</b>	<b>0,73</b>	<b>0,18</b>	<b>17</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	< 0,010	<b>1,4</b>	<b>1200</b>	<b>0,15</b>	<b>140</b>	<b>0,031</b>	<b>240</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	<b>1,1</b>	< 0,010	<b>0,028</b>	< 0,010	<b>0,36</b>
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	<b>1,6</b>	< 0,010	<b>0,26</b>	< 0,010	<b>1,4</b>

Galvanik	58	59	60	61	62	63	64
	04.09.2017	12.10.2017	01.01.2017	01.01.2017	01.01.2017	21.09.2017	19.09.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,15</b>	< 0,010	<b>0,022</b>	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,21</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,73</b>	< 0,010	<b>0,014</b>	< 0,010
PFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>1,1</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,028</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>0,23</b>	<b>54</b>	< 0,010	<b>0,92</b>	<b>0,75</b>	<b>14</b>	< 0,010
PFPeS	< 0,010	0,12	< 0,010	< 0,010	<b>0,051</b>	<b>0,014</b>	< 0,010
PFHxS	< 0,010	1,0	< 0,010	<b>0,060</b>	<b>0,59</b>	<b>0,11</b>	< 0,010
PFHpS	0,017	0,19	< 0,010	<b>0,16</b>	<b>0,86</b>	<b>0,20</b>	< 0,010
PFOS	<b>5,4</b>	<b>4,4</b>	<b>0,054</b>	<b>90</b>	<b>21</b>	<b>45</b>	<b>0,44</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	< 0,010	<b>4,6</b>	< 0,010	<b>890</b>	<b>69</b>	< 0,010	<b>1,4</b>
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,70	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	<b>0,033</b>	< 0,010	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	< 0,010	< 0,010

Galvanik	65	66	67	68	69	70	71
	12.09.2017	13.09.2017	20.10.2017	10.10.2017	01.01.2017	01.01.2017	01.01.2017
PFBA	< 0,010	< 0,010	<b>0,038</b>	< 0,010	<b>0,028</b>	< 0,010	< 0,010
PFPA	< 0,010	< 0,010	<b>0,047</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxA	< 0,010	< 0,010	<b>0,14</b>	<b>0,092</b>	<b>0,017</b>	< 0,010	< 0,010
PFHpA	< 0,010	< 0,010	<b>0,072</b>	<b>0,082</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	<b>0,017</b>	< 0,010	<b>0,027</b>	< 0,010	<b>0,020</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	65	66	67	68	69	70	71
	12.09.2017	13.09.2017	20.10.2017	10.10.2017	01.01.2017	01.01.2017	01.01.2017
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>0,029</b>	< 0,010	<b>34</b>	<b>0,12</b>	<b>0,21</b>	< 0,010	< 0,010
PFPeS	< 0,010	<b>0,027</b>	<b>0,014</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	<b>0,25</b>	<b>0,34</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,019</b>	< 0,010
PFHpS	< 0,010	<b>0,28</b>	<b>0,97</b>	<b>0,029</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>0,20</b>	<b>68</b>	<b>680</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>0,70</b>	<b>0,063</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	< 0,010	<b>0,059</b>	<b>1200</b>	<b>85</b>	<b>22</b>	< 0,010	< 0,010
H4PFDS	< 0,010	< 0,010	<b>0,28</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	<b>1,4</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Galvanik	72	73	74	75	76	77	78
	12.10.2017	17.10.2017	12.10.2017	26.09.2017	26.09.2017	09.10.2017	20.09.2017
PFBA	< 0,010	<b>0,021</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,16</b>	< 0,010
PFPA	< 0,010	<b>0,054</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,024</b>	<b>0,18</b>	< 0,010
PFHxA	< 0,010	<b>0,092</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,093</b>	<b>1,3</b>	< 0,010
PFHpA	< 0,010	<b>0,19</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,67</b>	< 0,010
PFOA	< 0,010	<b>0,015</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,010	<b>38</b>	< 0,010	<b>0,014</b>	< 0,010	<b>12</b>	<b>0,027</b>
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,010	<b>0,24</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,045</b>	< 0,010
PFHpS	< 0,010	<b>0,58</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,16</b>	< 0,010
PFOS	< 0,010	<b>210</b>	< 0,010	<b>0,16</b>	<b>1,3</b>	<b>220</b>	<b>0,73</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	< 0,010	<b>160</b>	< 0,010	< 0,010	<b>0,38</b>	<b>640</b>	<b>0,14</b>
H4PFDS	< 0,010	<b>0,39</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>0,53</b>	< 0,010
H4PFHxS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<b>5,1</b>	< 0,010



Galvanik	79	80	81	82
	17.10.2017	12.10.2017	10.10.2017	11.10.2017
PFBA	<b>0,03</b>	< 0,010	<b>0,037</b>	<b>0,15</b>
PFPA	<b>0,026</b>	< 0,010	<b>0,022</b>	< 0,010
PFHxA	<b>0,12</b>	< 0,010	<b>0,068</b>	< 0,010
PFHpA	<b>0,21</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOA	< 0,010	< 0,010	<b>0,014</b>	< 0,010
PFNA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFBS	<b>4,7</b>	<b>3,4</b>	< 0,010	< 0,010
PFPeS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHxS	<b>0,047</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFHpS	<b>0,050</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>0,20</b>	<b>0,024</b>
PFDS	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>870</b>	< 0,010	<b>0,31</b>	< 0,010
H4PFDS	<b>0,68</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	<b>1,3</b>	< 0,010	< 0,010	< 0,010

LUBW

Tabelle 6.2: Einzelergebnisse der untersuchten Kläranlagen für die 22 analysierten PFAS. Alle Angaben in µg/L.

Kläranlage	SKA AWW Raum Offenburg, Ablauf	KA Bändlegrund, Ablauf	AV Weißbach-U. OB.Saalbachtal KLA Heidelsheim, Ablauf	GKA Baden-Baden- Sinzheim, Ablauf	Göppingen, Ablauf
	03.08.2017	03.07.2017	03.07.2017	04.07.2017	13.07.2017
PFBA	0,008	0,006	< 0,005	0,014	< 0,005
PFPA	0,025	< 0,005	< 0,005	0,037	< 0,005
PFHxA	0,047	0,028	< 0,005	0,009	0,010
PFHpA	0,010	< 0,005	< 0,005	0,009	< 0,005
PFOA	< 0,005	0,018	< 0,005	0,028	0,007
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	< 0,005	0,008	< 0,005	0,017	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	< 0,005	0,099	< 0,005	0,047	< 0,005
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	0,44	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA Mühlhausen/ S- Mühlhausen, Ablauf	SKA Heilbronn, Ablauf	SKA Mergelstetten, Heidenheim, Ablauf	KLA Karlsruhe-Neureut, Ablauf	SKA Pforzheim, Ablauf
	05.07.2017	03.07.2017	05.07.2017	03.07.2017	07.07.2017
PFBA	0,007	0,005	< 0,005	0,011	0,011
PFPA	0,010	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxA	0,010	0,010	< 0,005	< 0,005	0,005
PFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOA	0,008	0,011	< 0,005	< 0,005	0,041
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	0,005	0,033	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	< 0,005	0,017	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	0,006	0,087	0,010	0,009	< 0,005
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA Mühlhausen/ S-Mühlhausen, Ablauf	SKA Heilbronn, Ablauf	SKA Mergelstetten, Heidenheim, Ablauf	KLA Karlsruhe-Neureut, Ablauf	SKA Pforzheim, Ablauf
	05.07.2017	03.07.2017	05.07.2017	03.07.2017	07.07.2017
H4PFOS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	STGT-Plieningen, Ablauf	SKA AZV Heidelberg, Ablauf	SKA ZV Bezirk Schwetzingen Ketsch, Ablauf	SKA AZV Schwarzbachtal Neckarbischofsheim, Ablauf	SKA Steinen, Ablauf
	06.07.2017	01.01.2017	03.07.2017	04.09.2017	10.09.2017
PFBA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,006</b>	<b>0,017</b>
PFPA	< 0,005	<b>0,007</b>	< 0,005	< 0,005	<b>0,010</b>
PFHxA	<b>0,010</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,014</b>
PFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOA	<b>0,006</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,010</b>
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,020</b>
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	<b>0,005</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	<b>0,015</b>	< 0,005	<b>0,020</b>	< 0,005	<b>s</b>
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	AV Schwarzwasser KLA Lichtenau, Ablauf	SKA Ilshofen-Ilshofen, Ablauf	SKA Aulendorf, Ablauf	SKA St. Georgen-Peterzell, Ablauf	SKA Sigmaringendorf, Ablauf
	18.09.2017	07.11.2017	23.09.2017	05.09.2017	05.09.2017
PFBA	< 0,005	< 0,005	<b>0,010</b>	< 0,005	<b>0,053</b>
PFPA	<b>0,007</b>	< 0,005	<b>0,065</b>	< 0,005	<b>0,57</b>
PFHxA	<b>0,013</b>	< 0,005	<b>0,10</b>	< 0,005	<b>0,62</b>
PFHpA	< 0,005	< 0,005	<b>0,008</b>	< 0,005	<b>0,59</b>
PFOA	< 0,005	< 0,005	<b>0,006</b>	<b>0,009</b>	<b>0,008</b>
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	<b>0,028</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,11</b>
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	AV Schwarzwasser KLA Lichtenau, Ablauf	SKA Ilshofen-Ilshofen, Ablauf	SKA Aulendorf, Ablauf	SKA St. Georgen- Peterzell, Ablauf	SKA Sigmaringendorf, Ablauf
	18.09.2017	07.11.2017	23.09.2017	05.09.2017	05.09.2017
PFOS	<b>0,21</b>	<b>0,065</b>	<b>0,038</b>	<b>0,023</b>	<b>0,24</b>
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	<b>0,088</b>	< 0,005	<b>0,030</b>	<b>0,012</b>	<b>4,9</b>
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,013</b>

Kläranlage	SKA Eglosheim- Ludwigsburg, Ablauf	SKA Schorndorf, Ablauf	SKA Mühlacker- Lomersheim, Ablauf	BASF Grenzach GmbH – Ablauf Kläranlage	SKA Heuchlingen, Ablauf
	20.09.2017	08.09.2017	07.09.2017	16.10.2017	17.09.2017
PFBA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFPA	<b>0,008</b>	< 0,005	< 0,005	<b>0,007</b>	<b>0,026</b>
PFHxA	<b>0,007</b>	< 0,005	< 0,005	<b>0,007</b>	<b>0,027</b>
PFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,016</b>
PFOA	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,006</b>	<b>0,011</b>	< 0,005
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,011</b>	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	< 0,005	< 0,005	<b>0,008</b>	<b>0,040</b>	<b>0,034</b>
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	<b>0,006</b>	<b>0,056</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar, Ablauf	SKA AWW Raumschaft Lahr, Ablauf	SKA Alpirsbach, Ablauf	SKA Königsbach BB, Ablauf	SKA Poppenweiler- Ludwigsburg, Ablauf
	05.09.2017	05.09.2017	21.09.2017	06.09.2017	19.09.2017
PFBA	< 0,005	<b>0,018</b>	<b>0,007</b>	< 0,005	<b>0,005</b>
PFPA	< 0,005	<b>0,064</b>	< 0,005	<b>0,008</b>	<b>0,012</b>
PFHxA	<b>0,006</b>	<b>0,12</b>	< 0,005	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
PFHpA	< 0,005	<b>0,025</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOA	<b>0,009</b>	< 0,005	< 0,005	<b>0,006</b>	<b>0,009</b>
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar, Ablauf	SKA AWW Raumschaft Lahr, Ablauf	SKA Alpirsbach, Ablauf	SKA Königsbach BB, Ablauf	SKA Poppenweiler- Ludwigsburg, Ablauf
	05.09.2017	05.09.2017	21.09.2017	06.09.2017	19.09.2017
PFD <sub>o</sub> A	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	< 0,005	<b>0,008</b>	< 0,005	<b>0,015</b>	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	<b>0,020</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	<b>0,057</b>	<b>0,037</b>	< 0,005	<b>0,049</b>	< 0,005
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFH <sub>p</sub> A	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	<b>0,010</b>	<b>4,2</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	< 0,005	<b>0,006</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA Eriskirch, Ablauf	ZKA Wertheim, Ablauf	SKA Balingen des ZVA Balingen, Ablauf	SKA Schützingen, Ablauf	KLA Bruchsal, Ablauf
	09.09.2017	22.09.2017	04.09.2017	21.10.2017	18.12.2017
PFBA	< 0,005	<b>0,014</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFPA	<b>0,006</b>	<b>0,28</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxA	<b>0,013</b>	<b>0,077</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpA	< 0,005	<b>0,14</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOA	<b>0,009</b>	<b>0,017</b>	<b>0,011</b>	<b>0,007</b>	< 0,005
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFD <sub>o</sub> A	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	<b>0,013</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	<b>0,010</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	<b>0,11</b>	<b>0,024</b>	<b>0,012</b>	<b>0,033</b>	<b>0,035</b>
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFH <sub>p</sub> A	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	< 0,005	<b>0,12</b>	< 0,005	< 0,005	<b>0,055</b>
H4PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA St. Leon-Rot, Ab- lauf	SKA Aichhalden, Ablauf	KA Geislingen a.d. Steige, Ablauf	SKA Deisslingen AZV oberer Neckar, Ablauf	SKA Riedlingen, Ablauf
	07.09.2017	04.09.2017	06.09.2017	04.09.2017	13.09.2017
PFBA	<b>0,005</b>	<b>0,077</b>	< 0,005	<b>0,010</b>	< 0,005
PFPA	<b>0,006</b>	<b>0,34</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxA	<b>0,011</b>	<b>0,47</b>	<b>0,008</b>	<b>0,018</b>	< 0,005

Kläranlage	SKA St. Leon-Rot, Ablauf	SKA Aichhalden, Ablauf	KA Geislingen a.d. Steige, Ablauf	SKA Deisslingen AZV oberer Neckar, Ablauf	SKA Riedlingen, Ablauf
	07.09.2017	04.09.2017	06.09.2017	04.09.2017	13.09.2017
PFHpA	< 0,005	<b>0,24</b>	< 0,005	<b>0,007</b>	< 0,005
PFOA	<b>0,028</b>	<b>0,011</b>	< 0,005	<b>0,024</b>	< 0,005
PFNA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,009</b>	< 0,005
PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFDoA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFBS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0,083</b>	< 0,005
PFPeS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHxS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFHpS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOS	< 0,005	<b>0,080</b>	<b>0,017</b>	<b>0,059</b>	<b>0,012</b>
PFDS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PFOSA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HPFHpA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H2PFDA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFUnA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFOS	< 0,005	<b>0,029</b>	<b>0,007</b>	< 0,005	< 0,005
H4PFDS	<b>0,009</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
H4PFHxS	< 0,005	<b>0,024</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kläranlage	SKA AWW Friesenheim, Ablauf	BASF Grenzach GmbH – Zulauf BASF	BASF Grenzach GmbH – Zulauf Kommunal
	22.09.2017	16.10.2017	16.10.2017
PFBA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFPA	<b>0,015</b>	< 0,010	< 0,010
PFHxA	<b>0,027</b>	<b>0,018</b>	< 0,010
PFHpA	<b>0,022</b>	< 0,010	< 0,010
PFOA	<b>0,028</b>	<b>0,019</b>	< 0,010
PFNA	<b>0,009</b>	< 0,010	< 0,010
PFDA	<b>0,011</b>	< 0,010	< 0,010
PFUnA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFDoA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFBS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFPeS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFHxS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFHpS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFOS	<b>0,045</b>	<b>0,048</b>	<b>0,042</b>
PFDS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
PFOSA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
HPFHpA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
H2PFDA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
H4PFUnA	< 0,005	< 0,010	< 0,010
H4PFOS	<b>0,10</b>	< 0,010	< 0,010
H4PFDS	< 0,005	< 0,010	< 0,010
H4PFHxS	< 0,005	< 0,010	< 0,010

LW:W

Tabelle 6.3: PFAS in Galvanikabwässern

Galvanik	positive Befunde		ΣPFC in µg/L
	absolut	in %	
1	1	5	0,074
2	0	0	0
3	3	14	0,17
4	3	14	1,7
5	0	0	0
6	2	9	0,24
7	1	5	0,012
8	1	5	0,035
9	1	5	0,079
10	2	9	0,14
11	1	5	0,022
12	0	0	0
13	5	23	2,9
14	11	50	89
15	2	9	0,52
16	3	14	0,50
17	2	9	0,094
18	10	45	45
19	2	9	0,064
20	7	32	393
21	3	14	0,91
22	4	18	3,4
23	9	41	131
24	12	55	262
25	1	5	0,022
26	13	59	1351
27	6	27	2,2
28	10	45	41
29	2	9	2,0
30	1	5	0,017
31	3	14	3,1
32	9	41	101
33	6	27	63
34	2	9	0,61
35	8	36	187
36	9	41	568
38	7	32	631
39	8	36	411
40	6	27	5,1
41	3	14	4,2
42	7	32	43

Galvanik	positive Befunde		ΣPFC in µg/L
	absolut	in %	
43	4	18	0,85
44	4	18	31
45	8	36	43
46	13	59	1007
47	1	5	0,14
48	2	9	9,1
49	2	9	0,81
50	4	18	0,76
51	1	5	0,087
52	7	32	17
53	12	55	1240
54	4	18	0,34
55	8	36	145
56	3	14	0,23
57	7	32	270
58	3	14	5,6
59	7	32	64
60	2	9	0,054
61	11	50	984
62	8	36	92
63	8	36	59
64	2	9	1,8
65	2	9	0,23
66	6	27	69
67	12	55	1917
68	8	36	86
69	6	27	25
70	3	14	0,74
71	1	5	0,063
72	0	0	0
73	11	50	410
74	0	0	0
75	2	9	0,17
76	4	18	1,8
77	11	50	880
78	3	14	0,90
79	11	50	921
80	2	9	42
81	6	27	0,65
82	2	9	0,17

**W:W**

Tabelle 6.4: Vorkommen der PFAS in den untersuchten Kläranlagenabläufen

Kläranlage	positive Befunde		Summe PFC in µg/L
	absolut	in %	
SKA AWW Raum Offenburg	5	12	0,53
KA Bändlegrund	6	14	0,18
AV Weißach-U. OB.Saalbachtal KLA Heildelsheim	0	0	0
GKA Baden-Baden-Sinzheim	7	16	0,16
Göppingen	2	5	0,017
SKA Mühlhausen/ S-Mühlhausen	6	14	0,046
SKA Heilbronn	7	16	0,17
SKA Mergelstetten, Heidenheim	1	2	0,010
KLA Karlsruhe-Neureut	2	5	0,020
SKA Pforzheim	3	7	0,057
STGT-Plieningen	4	9	0,036
SKA AZV Heidelberg	1	2	0,007
SKA ZV Bezirk Schwetzingen Ketsch	1	2	0,020
SKA AZV Schwarzbachtal Neckarbischofsheim	1	2	0,006
SKA Steinen	6	14	0,081
AV Schwarzwasser KLA Lichtenau	5	12	0,35
SKA Ilshofen-Ilshofen	1	2	0,065
SKA Aulendorf	7	16	0,26
SKA St. Georgen-Peterzell	3	7	0,044
SKA Sigmaringendorf	9	21	7,1
SKA Eglosheim-Ludwigsburg	4	9	0,034
SKA Schorndorf	2	5	0,069
SKA Mühlacker-Lomersheim	2	5	0,014
BASF Grenzach GmbH - Ablauf Kläranlage	5	12	0,076
SKA Heuchlingen	4	9	0,10
SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar	5	12	0,10
SKA AWW Raumschaft Lahr	8	19	4,5
SKA Alpirsbach	1	2	0,007
SKA Königsbach BB	5	12	0,088
SKA Poppenweiler-Ludwigsburg	4	9	0,036
SKA Eriskirch	6	14	0,16
ZKA Wertheim	7	16	0,67
SKA Balingen des ZVA Balingen	2	5	0,023
SKA Schützingen	2	5	0,040
KLA Bruchsal	2	5	0,090
SKA St. Leon-Rot	5	12	0,059
SKA Aichhalden	8	19	1,27
KA Geislingen a.d. Steige	3	7	0,032
SKA Deisslingen AZV oberer Neckar	7	16	0,21
SKA Riedlingen	1	2	0,012
SKA AWW Friesenheim	8	19	0,26
BASF Grenzach GmbH - Zulauf BASF	3	7	0,085
BASF Grenzach GmbH - Zulauf Kommunal	1	2	0,042

LUBW



Tabelle 6.5: Vergleich der Auskünfte der Galvanikbetriebe zur Verwendung PFOS-haltiger Zubereitungen mit den gemessenen PFOS-Konzentrationen.

Galvanik	Verwendung PFOS-haltiger Zubereitungen	PFOS-Konzentration in der Zubereitung	Jährlicher Verbrauch PFOS-haltiger Zubereitungen (kg/a)			PFOS gemessen (µg/L)
			2014	2015	2016	
1	nein					0,074
2	nein					< 0,010
3	nein					0,051
4	nein					0,79
5	nein					< 0,010
6	nein					0,039
7	nein					0,012
8	nein					0,035
9	nein					0,079
10	nein					0,13
11	nein					0,022
12	nein					< 0,010
13	nein					0,038
14	nein	10- 25 %	3	2	0	64
15	nein					0,46
16	nein					0,45
17	nein					0,027
18	nein					16
19	nein					< 0,010
20	nein	7- 25 %	2	1	0	320
21	nein					0,84
22	nein					2,2
23	nein					31
24	ja	–	13	13	13	220
25	nein					< 0,010
26	nein					490
27	nein					1,8
28	nein					21
29	nein					1,5
30	–					0,017
31	nein					2,0
32	nein					0,75
33	nein					< 0,010
34	nein					0,16
35	nein					5,4
36	nein					27
38	nein					0,33
39	Ja	5 %	22	25	20– 25	390
40	nein					2,2
41	nein	–	50	35	0	3,8
42	nein	–	15,5	0	0	3,0
43	nein					0,056
44	nein					27
45	nein					1,1

Galvanik	Verwendung PFOS-haltiger Zubereitungen	PFOS-Konzentration in der Zubereitung	Jährlicher Verbrauch PFOS-haltiger Zubereitungen (kg/a)			PFOS gemessen (µg/L)
			2014	2015	2016	
46	Ja	1- 5 %	280	180	180	850
47	nein					0,14
48	nein					8,9
49	nein					0,77
50	nein	50 – < 70 %	0,25	0,18	0	0,62
51	nein					0,087
52	nein					10
53	nein					29
54	nein					0,16
55	nein					0,73
56	nein					0,18
57	nein					17
58	nein					5,4
59	nein	–	60 ml/a	60 ml/a	0	4,4
60	nein					0,054
61	nein					90
62	nein					21
63	nein					45
64	nein					0,44
65	nein					0,20
66	nein					68
67	nein					680
68	nein					1,0
69	nein					2,2
70	nein					0,70
71	nein					0,063
72	nein					< 0,010
73	Ja	5 %	1,2 kg <sup>1</sup>	1,2 kg <sup>1</sup>	1,2 kg <sup>1</sup>	210
74	nein					< 0,010
75	nein					0,16
76	nein					1,3
77	nein					220
78	nein					0,73
79	Ja	1 – 3 %	850	575	350 <sup>2</sup>	44
80	nein					39
81	nein					0,20
82	nein					0,024

<sup>1</sup> Zugabe max. 100 ml im Monat; <sup>2</sup> Umstellung PFOS-frei ab 01.06.2016



Tabelle 6.6: Berechnete Jahresfracht 2014 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen (JAWM: Jahresabwassermenge).

Kläranlage	JAWM 2014 (m³)	PFOS (g/a)	H4PFOS (g/a)	Summe PFAS (g/a)
SKA AZV Schwarzbachtal Neckarbischofsheim	4.230.260	< 21	< 21	25
SKA Steinen	5.713.998	57	< 29	460
AV Schwarzwasser KLA Lichtenau	878.960	190	77	300
SKA Ilshofen-Ilshofen	890.639	58	< 4	58
SKA Aulendorf	1.422.511	54	43	370
SKA St. Georgen-Peterzell	2.211.875	51	27	97
SKA Sigmaringendorf	795.612	190	3.900	5.700
SKA Eglosheim- Ludwigsburg	1.080.292	< 5	6	37
SKA Schorndorf	4.948.993	< 25	280	340
SKA Mühlacker-Lomersheim	3.589.666	29	< 18	50
SKA Heuchlingen	330.661	10	< 2	31
SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar	6.753.199	280	49	500
SKA AWV Raumschaft Lahr	6.216.526	240	27.000	29.000
SKA Alpirsbach	1.696.254	< 9	< 9	13
SKA Königsbach BB	4.233.688	200	< 20	360
SKA Poppenweiler-Ludwigsburg	1.669.038	< 9	< 9	63
SKA Eriskirch	4.565.081	360	< 16	530
ZKA Wertheim	1.852.871	41	200	1.100
SKA Balingen des ZVA Balingen	9.737.796	110	< 47	220
SKA Schützingen	1.100.012	36	< 5	44
KLA Bruchsal	5.866.421	210	330	540
SKA St. Leon-Rot	1.410.556	< 6	< 6	76
SKA Aichhalden	414.371	29	10	460
KA Geislingen a.d. Steige	6.430.102	100	42	190
SKA Deisslingen AZV Oberer Neckar	6.868.784	330	< 28	1.200
SKA Riedlingen	6.200.166	58	< 24	58
SKA AWV Friesenheim	2.482.918	120	270	680



Tabelle 6.7: Berechnete Jahresfracht 2015 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen (JAWM: Jahresabwassermenge).

Kläranlage	JAWM 2015 (m³)	PFOS (g/a)	H4PFOS (g/a)	Summe PFAS (g/a)
SKA AZV Schwarzbachtal Neckarbischofsheim	4.095.965	< 20	< 20	25
SKA Steinen	4.660.914	47	< 23	380
AV Schwarzwasser KLA Lichtenau	806.035	170	71	280
SKA Ilshofen-Ilshofen	750.983	49	< 4	49
SKA Aulendorf	1.769.844	67	53	460
SKA St. Georgen-Peterzell	2.266.053	52	27	100
SKA Sigmaringendorf	924.160	220	4.500	6.600
SKA Eglosheim-Ludwigsburg	1.024.932	< 5	6	35
SKA Schorndorf	4.355.966	< 22	240	300
SKA Mühlacker-Lomersheim	3.401.770	27	< 17	48
SKA Heuchlingen	299.056	10	< 1	31
SKA OBH-Obrigheim Elz-Neckar	4.999.963	290	50	510
SKA AWW Raumschaft Lahr	5.479.852	200	23.000	25.000
SKA Alpirsbach	1.550.608	< 8	< 8	11
SKA Königsbach BB	3.953.372	190	< 20	350
SKA Poppenweiler-Ludwigsburg	1.579.265	< 8	< 8	57
SKA Eriskirch	3.682.322	410	< 18	590
ZKA Wertheim	1.664.728	40	200	1.100
SKA Balingen des ZVA Balingen	8.039.615	100	< 40	190
SKA Schützingen	1.005.995	33	< 5	40
KLA Bruchsal	5.544.520	190	310	500
SKA St. Leon-Rot	1.313.212	< 7	< 7	77
SKA Aichhalden	332.214	27	10	420
KA Geislingen a.d. Steige	6.105.141	100	43	200
SKA Deisslingen AZV Oberer Neckar	5.341.037	320	< 27	1.100
SKA Riedlingen	5.411.420	65	< 27	65
SKA AWW Friesenheim	2.169.148	100	220	560

LUBW

# 7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

## 7.1 Abbildungen

Abbildung 4.1: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen PFAS in den Galvanikabwässern .....	Seite 11
Abbildung 4.2: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen PFAS in den Galvanikabwässern .....	Seite 11
Abbildung 4.3: Summenkonzentrationen aller PFAS in den Galvanikabwässern .....	Seite 11
Abbildung 4.4: Verteilung der Anzahl der untersuchten PFAS in den kommunalen Abwässern .....	Seite 13
Abbildung 4.5: Verteilung der Befunde auf die untersuchten PFAS in den kommunalen Abwässern .....	Seite 13
Abbildung 4.6: Verteilung der Summenkonzentrationen aller PFAS in den kommunalen Abwässern .....	Seite 13
Abbildung 5.1: Verteilung der PFOS-Konzentrationen in den Galvanikabwässern .....	Seite 15
Abbildung 5.2: Verteilung der PFOS-Konzentrationen bis 10 µg/L in den Galvanikabwässern .....	Seite 15
Abbildung 5.3: Verteilung der H4PFOS-Konzentrationen in den Galvanikabwässern .....	Seite 16
Abbildung 5.4: Verteilung der PFOS-Konzentrationen in den kommunalen Abwässern .....	Seite 16
Abbildung 5.5: Zusammenhang zwischen den Gehalten an PFOS in den Galvanikabwässern und den zugehörigen kommunalen Abwässern .....	Seite 18
Abbildung 5.6: Zusammenhang zwischen den Gehalten an H4PFOS in den Galvanikabwässern und den zugehörigen kommunalen Abwässern .....	Seite 18

## 7.2 Tabellen

Tabelle 2.1: Liste der 12 Kläranlagen, die ebenfalls am „Sonderuntersuchungsprogramm an PRTR-berichtspflichtigen Kläranlagen“ teilnahmen .....	Seite 7
Tabelle 2.2: Substanzspektrum der untersuchten per- und polyfluorierten Verbindungen (PFAS) .....	Seite 7
Tabelle 3.1: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der PFAS .....	Seite 9
Tabelle 3.2: HPLC/MS-MS-Parameter für die Bestimmung der PFAS .....	Seite 9
Tabelle 3.3: Masse/Ladungsverhältnis m/z der Precursor- und Produkt-Ionen I und II für die Bestimmung der PFAS .....	Seite 10
Tabelle 3.4: Standardabweichung und erweiterte Messunsicherheit für vier ausgewählte PFAS .....	Seite 10
Tabelle 4.1: Konzentrationen der untersuchten PFAS im Abwasser der 81 Galvanikbetriebe .....	Seite 12
Tabelle 4.2: Konzentrationen der untersuchten PFAS im Ablauf der 43 Kläranlagen .....	Seite 14
Tabelle 5.1: Berechnete Jahresfracht 2016 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen .....	Seite 17
Tabelle 6.1: Einzelergebnisse der untersuchten Galvanikbetriebe für die 22 analysierten PFAS. Alle Angaben in µg/L .....	Seite 19
Tabelle 6.2: Einzelergebnisse der untersuchten Kläranlagen für die 22 analysierten PFAS. Alle Angaben in µg/L .....	Seite 26
Tabelle 6.3: PFAS in Galvanikabwässern .....	Seite 31
Tabelle 6.4: Vorkommen der PFAS in den untersuchten Kläranlagenabläufen .....	Seite 32
Tabelle 6.5: Vergleich der Auskünfte der Galvanikbetriebe zur Verwendung PFOS-haltiger Zubereitungen mit den gemessenen PFOS-Konzentrationen .....	Seite 33
Tabelle 6.6: Berechnete Jahresfracht 2014 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen .....	Seite 35
Tabelle 6.7: Berechnete Jahresfracht 2015 für PFOS, H4PFOS und die Summe der untersuchten PFAS im Ablauf kommunaler Kläranlagen .....	Seite 36

